



Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Kohonen *Self Organizing Maps* dan *Learning Vector Quantization* pada Data Kualitas Air Kali Surabaya

Disampaikan Oleh :

Sri Rahmawati Fitriatien (1213 201 031)

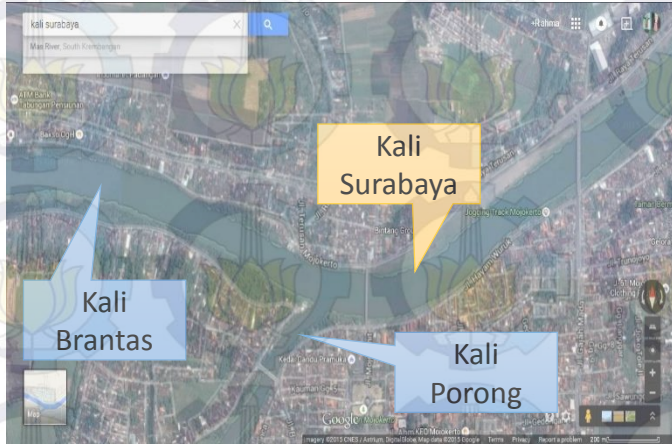
Dosen Pembimbing :

Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, M.T.

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, Dipl.SE, MSc.



Latar Belakang



PENDAHULUAN



Pengelompokan Lokasi Titik Pantau di Kali Surabaya Berdasarkan Kemiripan Karakteristik Kondisi Konsentrasi Zat Pencemar





PENDAHULUAN

Rumusan Masalah

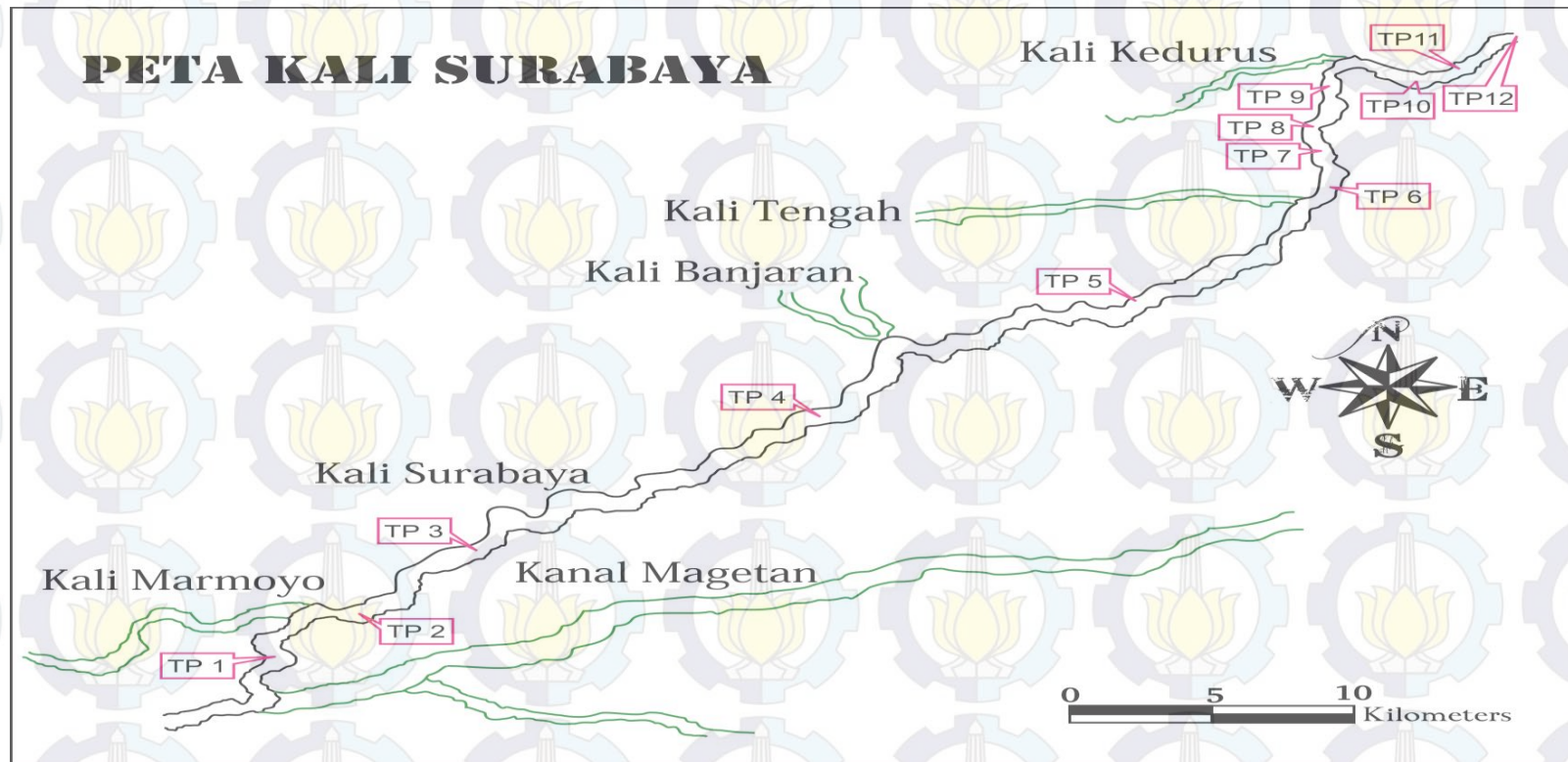
Bagaimana hasil *clustering* metode Kohonen *Self Organizing Maps* dan *Learning Vector Quantization* untuk pengelompokan lokasi titik pantau kualitas air Kali Surabaya untuk setiap waktu pantau?



PENDAHULUAN

Batasan Masalah

1. Objek Penelitian : seluruh titik pantau kualitas air yang dimulai dari titik pantau Jembatan Cangu hingga Ngagel/Jagir (Google Earth, 2014).





PENDAHULUAN

Keterangan Lokasi Titik Pantau

| Titik Pantau (TP) | Nama Titik Pantau | Sungai | Lokasi dari Hilir (Jagir/Ngagel) | Keterangan Gambar |
|-------------------|----------------------|----------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | Jembatan Cangu | Surabaya | 40.40 km | TP 1 |
| 2 | Jembatan Jetis | Marmoyo | 39.20 km | TP 2 |
| 3 | Jembatan Perning | Surabaya | 35.40 km | TP 3 |
| 4 | Jembatan Jrebeng | Surabaya | 24.15 km | TP 4 |
| 5 | Cangkir Tambangan | Surabaya | 16.65 km | TP 5 |
| 6 | Muara Kali Tengah | Tengah | 13. 70 km | TP 6 |
| 7 | Bambe Tengah | Surabaya | 11.75 km | TP7 |
| 8 | Karangpilang | Surabaya | 9.25 km | TP 8 |
| 9 | Jembatan Sepanjang | Surabaya | 8.10 km | TP 9 |
| 10 | Bendungan Gunungsari | Surabaya | 2.65 km | TP 10 |
| 11 | Muara Kali Kedurus | Kedurus | 1.45 km | TP 11 |
| 12 | Ngagel/Jagir | Surabaya | 0 km | TP 12 |

Sumber : Perum Jasa Tirta I Malang, 2014



PENDAHULUAN

Lanjutan

2. Parameter Kualitas Air : BOD, COD dan DO (Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, dan Karnaningroem, 2006)
3. Sumber Data : Perum Jasa Tirta I Malang (Januari 2010 hingga Juni 2013)
4. Jumlah *cluster* : 2 hingga 4 *cluster* berdasarkan kategori status mutu air.
Validasi *cluster* menggunakan validasi Davies-Bouldin Index (DBI)



PENDAHULUAN

Lanjutan

5. Proses *clustering* dilakukan setiap waktu pantau yaitu 2010-2012 (Januari-Desember), sedangkan waktu pantau 2013 (Januari-Juni)
6. Hidrodinamika pada badan air Kali Surabaya dianggap sama.
7. Penetapan status mutu air dengan Indeks Pencemaran berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003



PENDAHULUAN

Tujuan

Mendapatkan kelompok terbaik untuk mengelompokkan lokasi titik pantau kualitas air Kali Surabaya menggunakan metode Kohonen-SOM dan LVQ pada waktu pantau kualitas air



PENDAHULUAN

Manfaat

1. Menganalisa permasalahan lingkungan dalam hal ini sebaran titik pantau berdasarkan kemiripan karakteristik konsentrasi kualitas air di Kali Surabaya dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan
2. Bagi Pemerintah Provinsi Jawa Timur ataupun BLH Surabaya dan PJT I Malang, mengetahui kelompok lokasi pantau yang memiliki kecenderungan status mutu air pada waktu pantau



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Penelitian Terdahulu

| No. | Peneliti | Kajian | Penerbit | Tahun |
|-----|--|--|---|-------|
| 1. | Aguilera, P.A., Frenich, A.G., Torres, J.A., Castro, H., Vidal, J.L.M., Canton, M. | Application of the kohonen neural network in coastal water management: methodological development for the assessment and prediction of water quality | <i>Water Res.</i> 35, 4053–4062 | 2001 |
| 2. | Olkowska, E., Kudłak, B., Tsakovski, S., Ruman, M., Simeonov, V., Polkowska, Z. | Assessment of the water quality of Kłodnica River catchment using self-organizing maps | <i>Sci. Total Environ.</i> 476–477, 477–484 | 2014 |
| 3. | L. Bougrain and F. Alexandre | Unsupervised connectionist algorithms for clustering an environmental data set | <i>Neurocomputing</i> , vol. 28, no. 1–3, pp. 177–189 | 1999 |



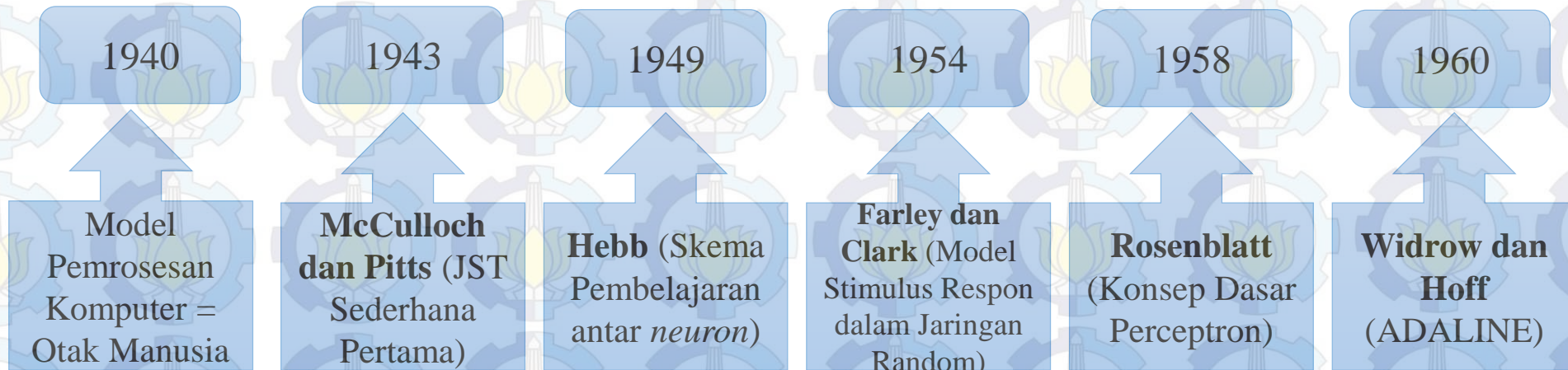
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Lanjutan

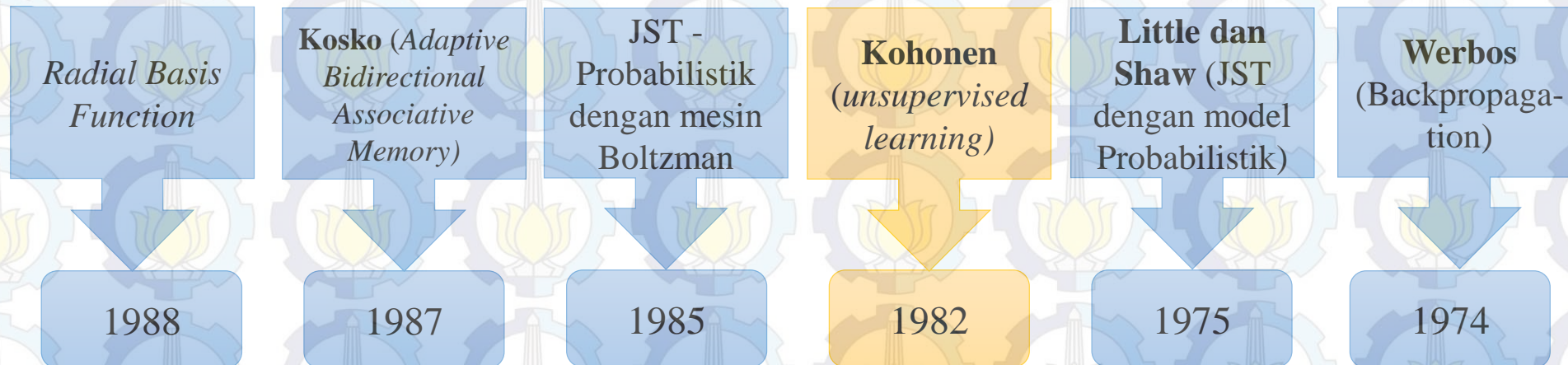
| No. | Peneliti | Kajian | Penerbit | Tahun |
|-----|--|--|--|-------|
| 4. | K.-L. Wu and M.-S. Yang | Alternative learning vector quantization | <i>Pattern Recognit.</i> , vol. 39, no. 3, pp. 351–362 | 2006 |
| 5. | Liu, S., Lou, S., Kuang, C., Huang, W., Chen, W., Zhang, J., Zhong, G. | Water quality assessment by pollution-index method in the coastal waters of Hebei Province in western Bohai Sea, China | <i>Mar. Pollut. Bull.</i> 62, 2220–2229 | 2011 |
| 6. | Ribeiro, F.A.L., Rosário, F.F., Bezerra, M.C.M., Wagner, R. de C.C., Bastos, A.L.M., Melo, V.L.A., Poppi, R.J. | Evaluation of chemical composition of waters associated with petroleum production using Kohonen neural networks | <i>Fuel</i> 117, Part A, 381–390 | 2014 |



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI



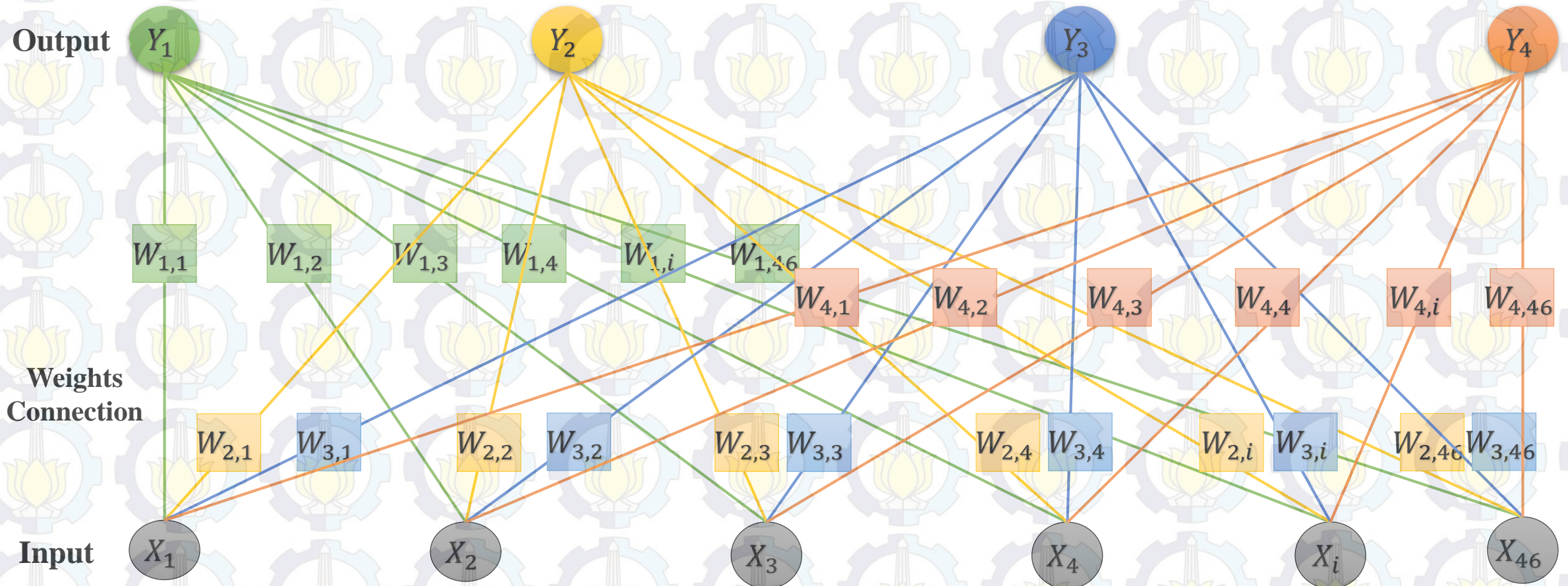
Perkembangan Jaringan Syaraf Tiruan (Muis, 2006)





TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Metode Jaringan Kohonen *Self Organizing Maps*

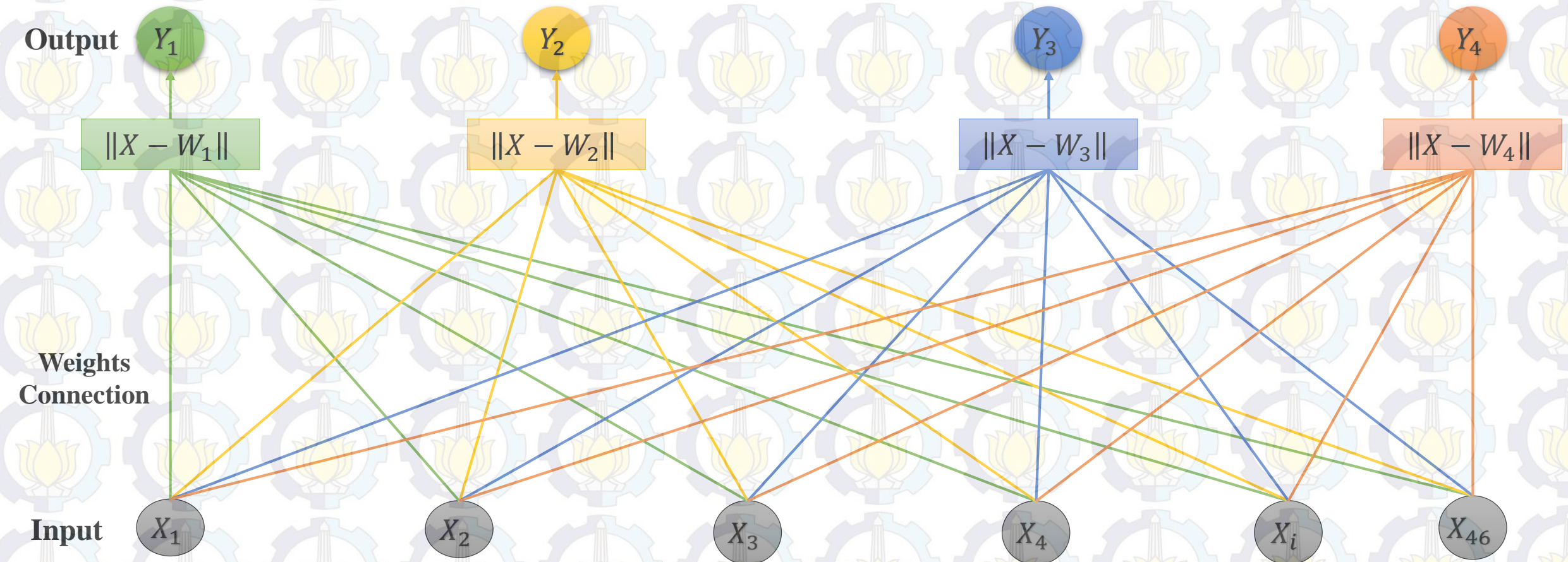


Sumber : Berdasarkan, Fausett, 1994



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Metode Jaringan *Learning Vector Quantization*



Sumber : Berdasarkan, Fausett, 1994



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Validasi *Cluster*

Validasi *cluster* dalam tesis ini menggunakan DBI (Mali dan Mitra, 2003);

Langkah-langkah validasi *cluster* :

Langkah 1 : Lihat hasil sebaran data pada *cluster* yang terbentuk

Langkah 2 : Menghitung *centroid* tiap *cluster*

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^N |X_{mi}|}{N}$$

Dengan N adalah banyak data dalam *cluster*

Langkah 3 : Menghitung jarak data dalam *cluster*

$$d(X, C) = \|X - C\|$$



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Lanjutan

Langkah 4 : Menghitung SSW (*Sum of Square Within Cluster*)

$$SSW_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} d(x_j, c_i)$$

dengan m_i adalah jumlah data yang berada dalam *cluster* ke- i , sedangkan c_i adalah *centroid cluster* ke- i

Langkah 5 : Menghitung SSB (*Sum of Square Between Cluster*)

$$SSB = d(c_i, c_j)$$

dengan c_i adalah *centroid cluster* ke- i , sedangkan c_j adalah *centroid cluster* ke- j

Langkah 6 : Menghitung Rasio (R_{ij})

$$R_{i,j} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SSB_{i,j}}$$



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Lanjutan

Langkah 7 : Menghitung DBI (Davies-Bouldin Index)

$$DBI = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \max(R_{i,j})$$

dengan K adalah banyaknya *cluster* yang terbentuk.



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Metode Indeks Pencemaran

Berikut adalah formula yang digunakan untuk menentukan status mutu air dengan metode Indeks Pencemaran (KepMen LH No 115 Tahun 2003):

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}}$$

Dengan

i = titik pantau ($i = 1, 2, \dots, 12$)

j = baku mutu ($j = 1, 2, 3$; dengan 1 = BOD, 2 = COD, 3 = DO)

IP_j = Indeks Pencemaran berdasarkan baku mutu

C_i = Konsentrasi parameter kualitas air



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Lanjutan

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air dalam baku mutu

$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M$ = Nilai $\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)$ maksimum

$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R$ = Nilai $\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)$ rata – rata

Kategori Status Mutu Air (KepMen LH No 115 Tahun 2003) :

$0 \leq IP_j \leq 1,0$ = status baik (memenuhi baku mutu air)

$1,0 < IP_j \leq 5,0$ = tercemar ringan

$5,0 < IP_j \leq 10,0$ = tercemar sedang

$IP_j > 10,0$ = tercemar berat



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Baku Mutu Parameter Kualitas Air

Tabel : Baku Mutu Parameter Kualitas Air (Status Lingkungan Hidup Surabaya tahun 2012)

| Parameter | Satuan | Kelas | | | |
|-----------|----------|-------|----|-----|-----|
| | | I | II | III | IV |
| BOD | mg/liter | 2 | 3 | 6 | 12 |
| COD | mg/liter | 10 | 25 | 50 | 100 |
| DO | mg/liter | 6 | 4 | 3 | 0 |



TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Evaluasi Status Mutu Air Kali Surabaya

Setelah diketahui nilai indeks pencemaran, maka dilakukan evaluasi penentuan status mutu air Kali Surabaya dengan menggunakan uji distribusi normal untuk menguji status mutu air yang diperoleh. Uji distribusi normal dapat dihitung dengan (Suharjo,2013):

$$Z_{hitung} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$$

dengan

\bar{x} = rata – rata nilai pencemaran pada suatu titik pantau

μ_0 = batas toleransi nilai pencemaran

σ = simpangan baku

n = jumlah sampel

Dan nilai signifikan yang digunakan sebesar 5% ($z_{0.05} = 1.746$)



METODOLOGI PENELITIAN

Tahap Metodologi Penelitian





Lanjutan

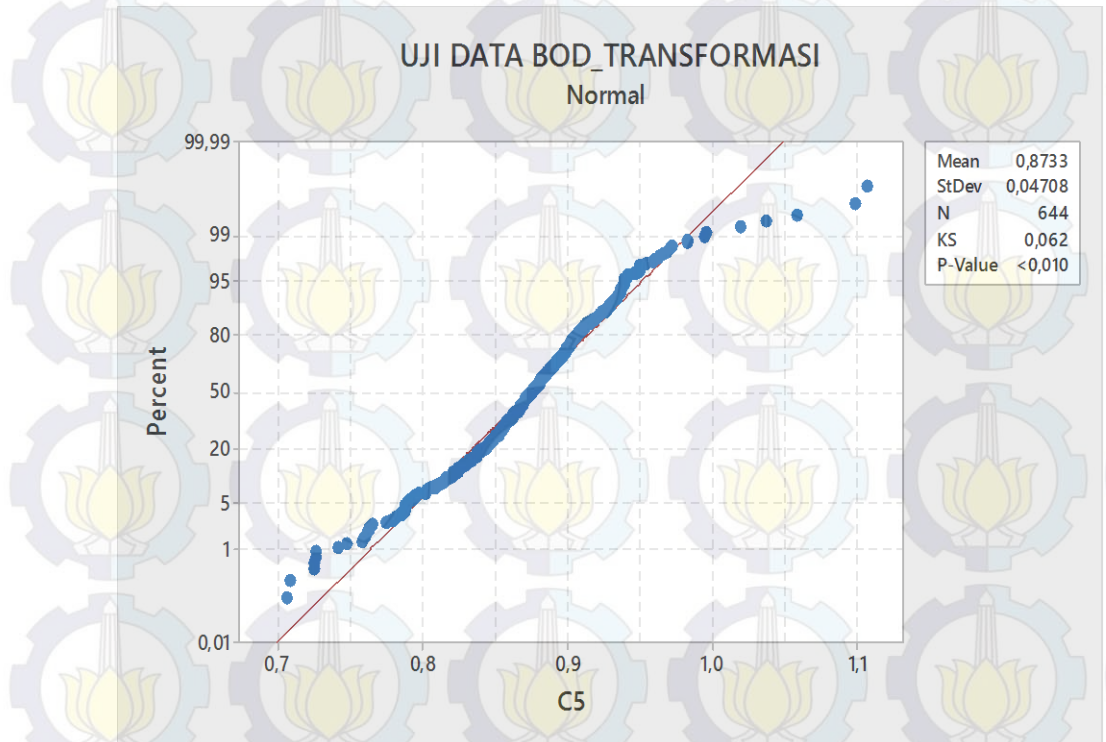
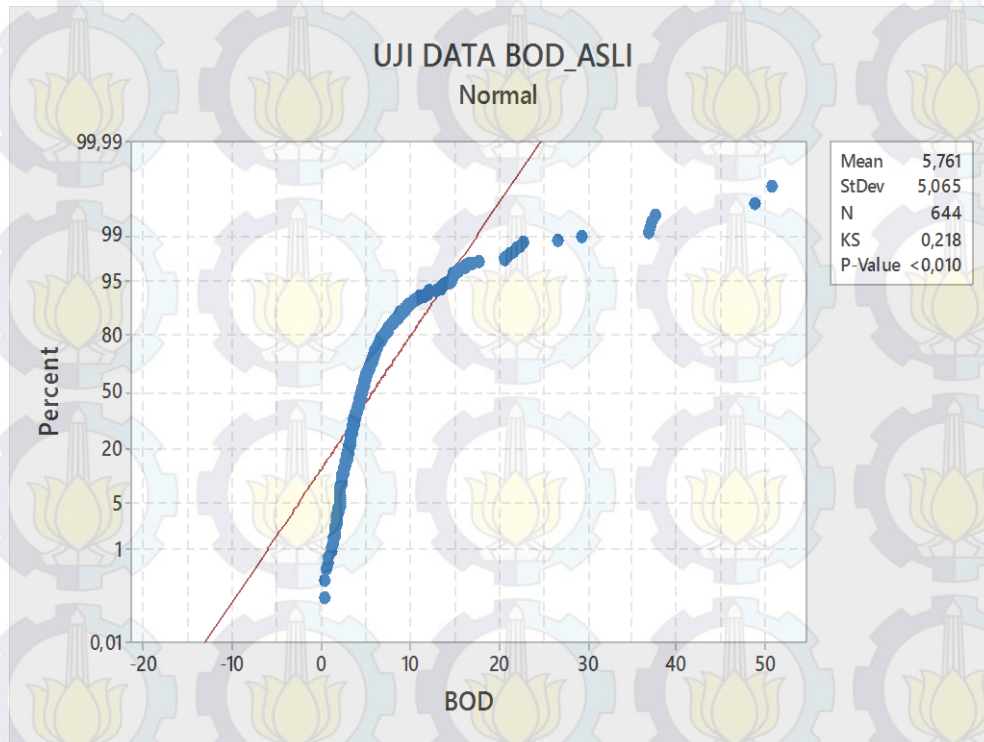
METODOLOGI PENELITIAN





HASIL DAN PEMBAHASAN

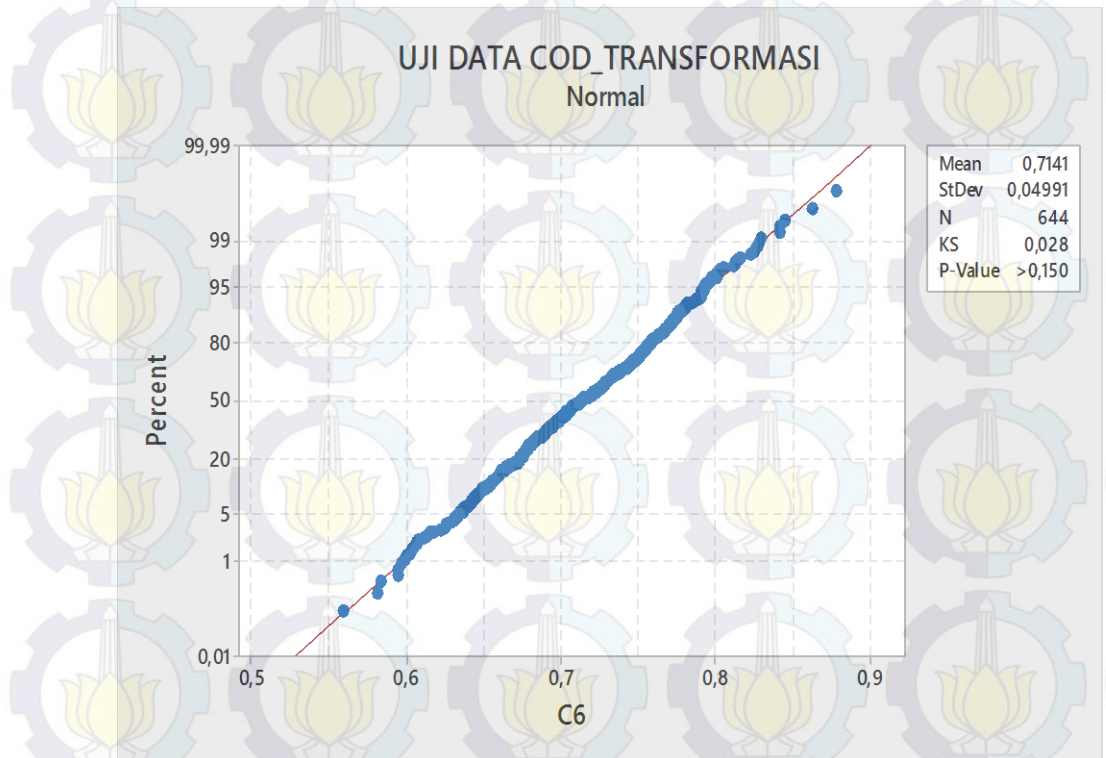
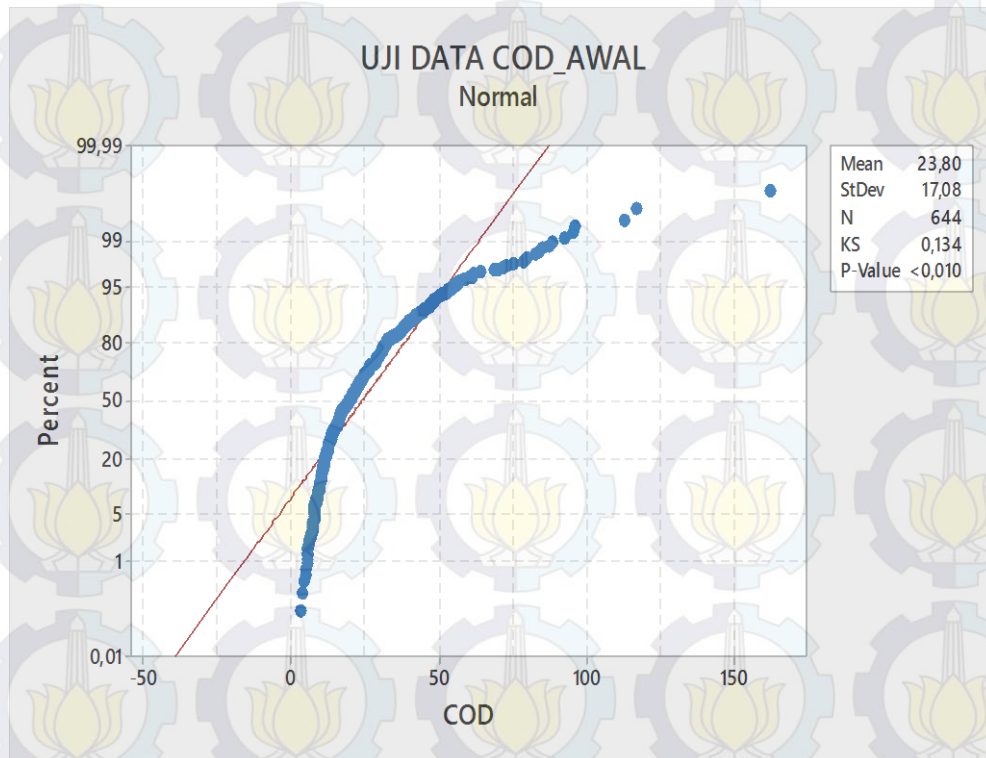
Uji Data Awal Parameter BOD (Data Sekunder)





HASIL DAN PEMBAHASAN

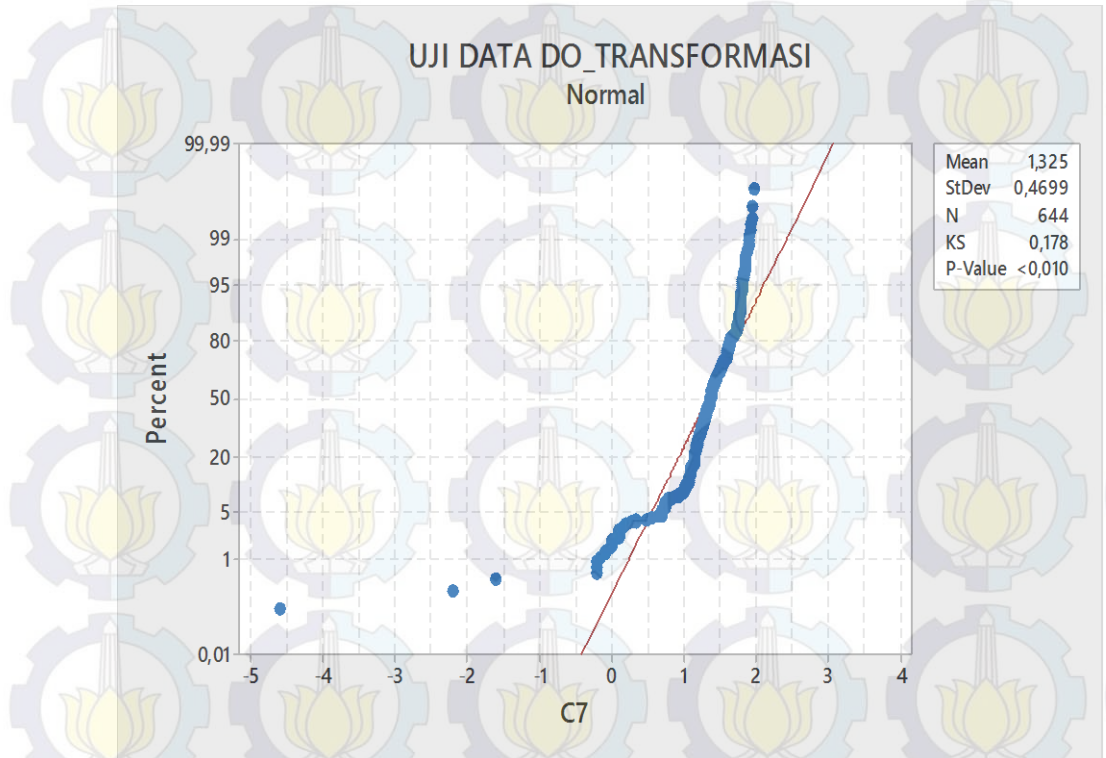
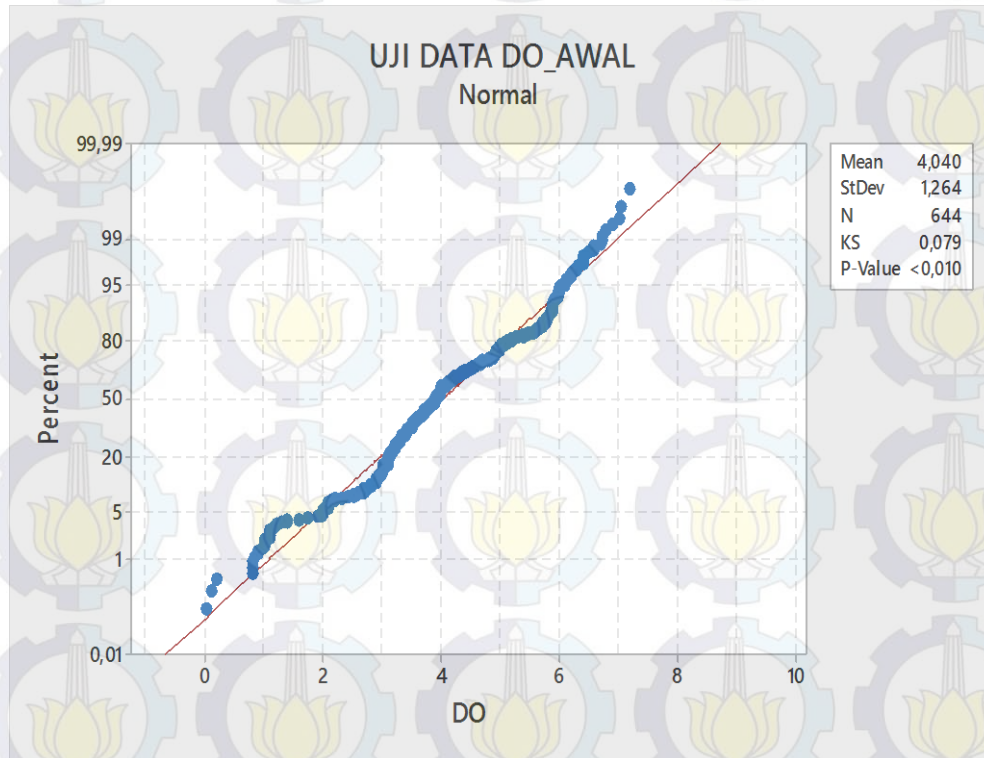
Uji Data Awal Parameter COD (Data Sekunder)

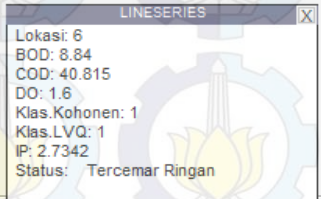




HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Data Awal Parameter DO (Data Sekunder)







HASIL DAN PEMBAHASAN

RUNNING PROGRAM



HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel Nilai Validasi *Cluster*

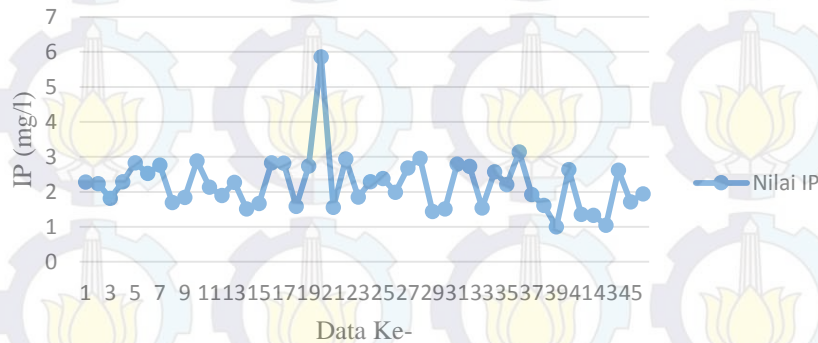
| JC | Periode | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 2 | 0.070 | 0.524 | 0.461 | 0.284 | 0.588 | 0.569 | 0.419 | 0.482 | 0.074 | 0.113 | 0.267 | 0.413 | 0.637 | 0.531 |
| 3 | 0.349 | 0.552 | 0.440 | 0.579 | 0.621 | 0.525 | 0.414 | 0.386 | 0.491 | 0.519 | 0.594 | 0.442 | 0.459 | 0.640 |
| 4 | 0.453 | 0.660 | 0.505 | 0.483 | 0.603 | 0.529 | 0.506 | 0.391 | 0.344 | 0.429 | 0.554 | 0.495 | 0.636 | 0.709 |

dengan JC = Jumlah *Cluster*

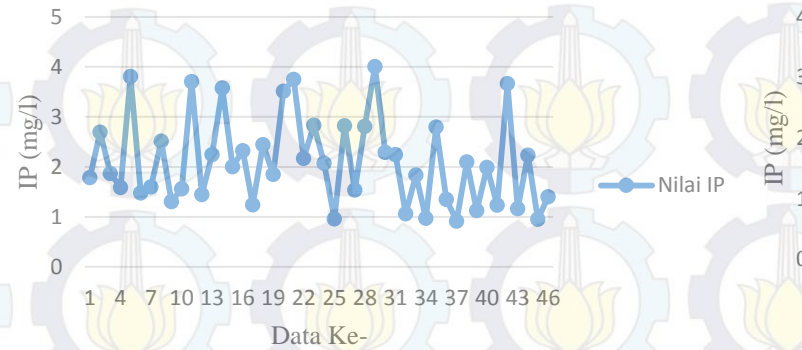


HASIL DAN PEMBAHASAN

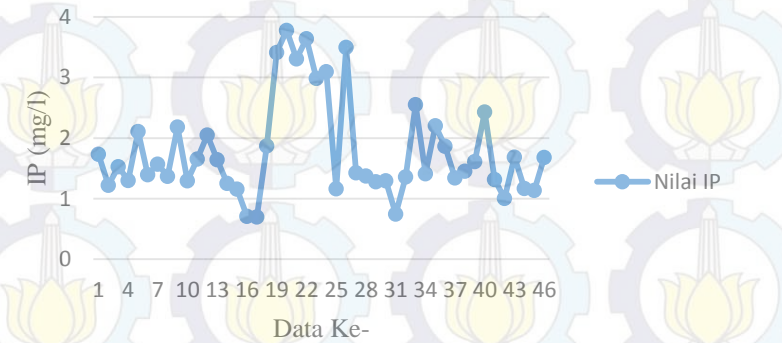
Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 1



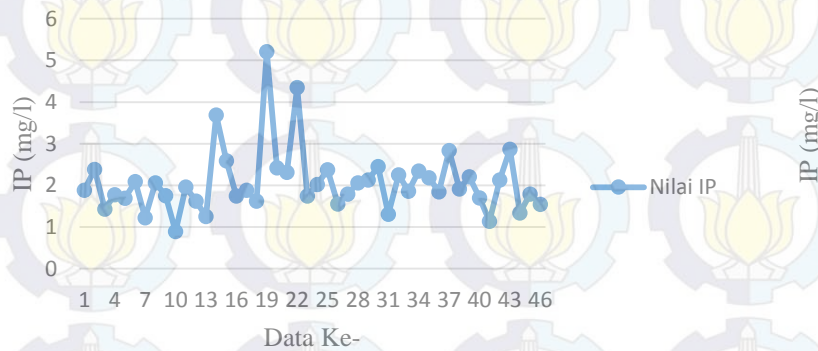
Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 2



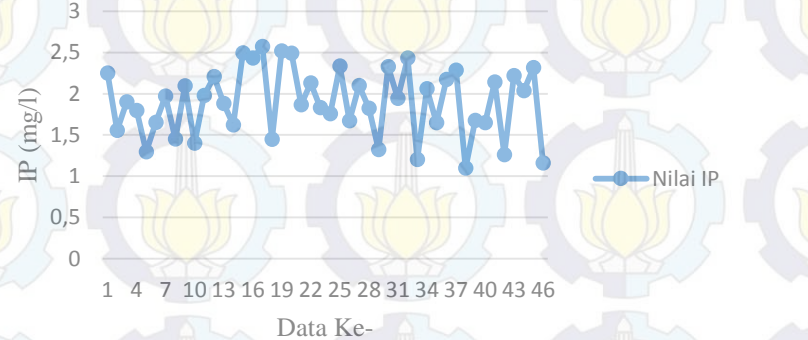
Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 3



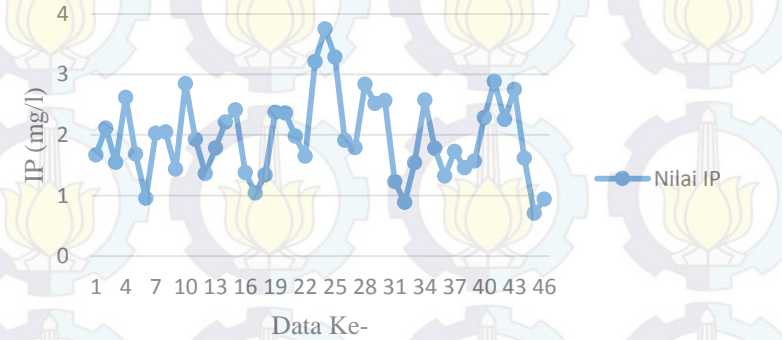
Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 4



Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 5



Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 6

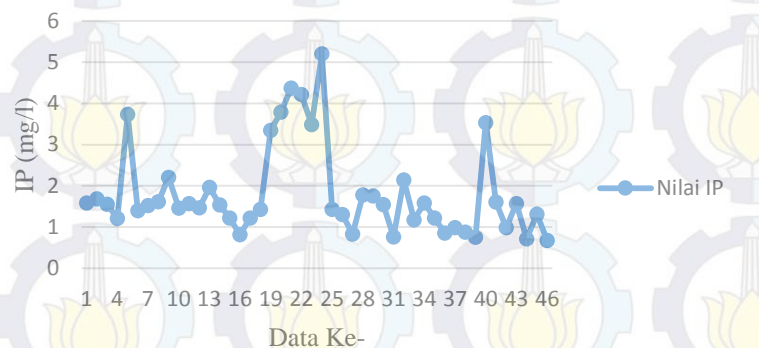


Gambar Tren Status Mutu Air Kali Surabaya

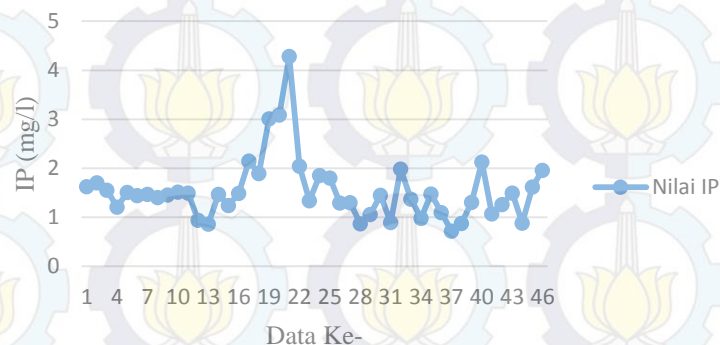


HASIL DAN PEMBAHASAN

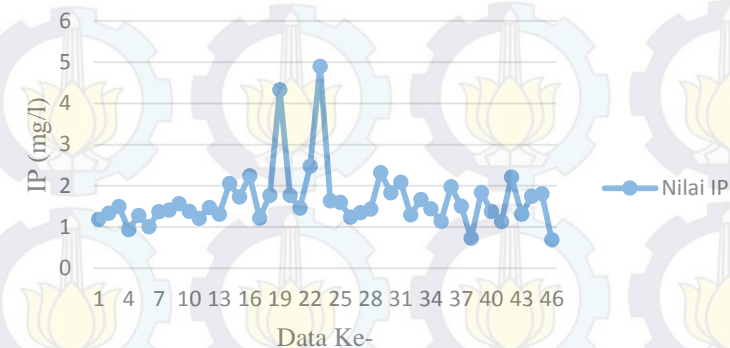
Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 7



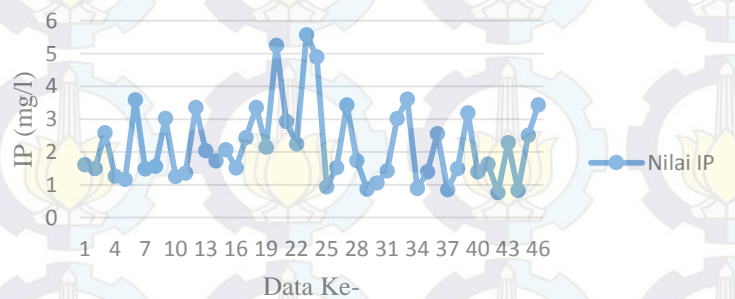
Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 8



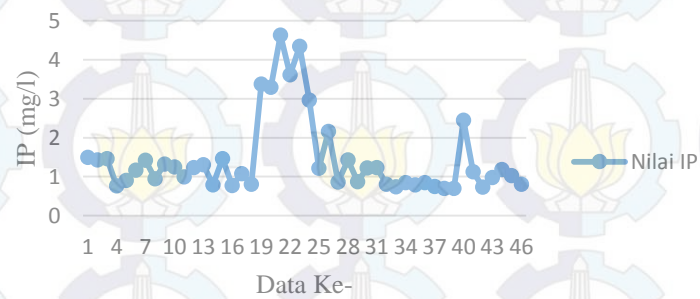
Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 9



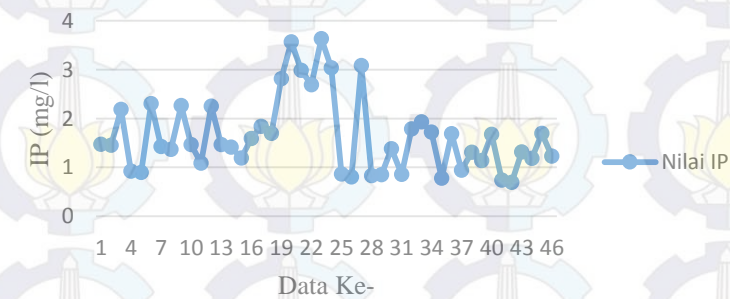
Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 10



Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 11



Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 12

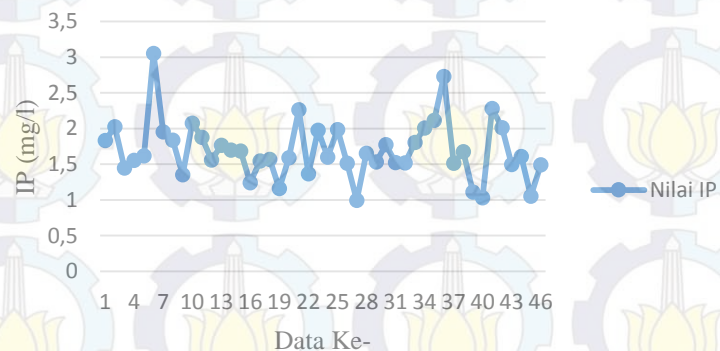


Gambar Tren Status Mutu Air Kali Surabaya
(Lanjutan)

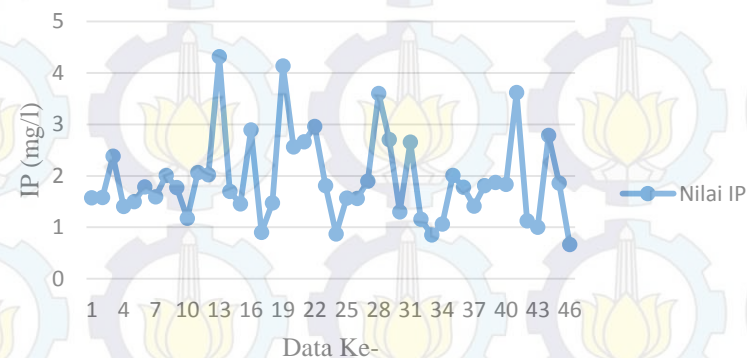


HASIL DAN PEMBAHASAN

Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 13



Status Mutu Air Kali Surabaya
Periode 14



Gambar Tren Status Mutu Air Kali Surabaya
(Lanjutan)



HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel Nilai Indeks Pencemaran

| Periode | Rata-rata Nilai IP | Status Mutu Air | Periode | Rata-rata Nilai IP | Status Mutu Air |
|---------|--------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------------|
| 1 | 2.22198 | TR | 8 | 1.540596 | TR |
| 2 | 2.015826 | TR | 9 | 1.659665 | TR |
| 3 | 1.7833 | TR | 10 | 2.192948 | TR |
| 4 | 2.069254 | TR | 11 | 1.441617 | TR |
| 5 | 1.90187 | TR | 12 | 1.64322 | TR |
| 6 | 1.960422 | TR | 13 | 1.697648 | TR |
| 7 | 1.80385 | TR | 14 | 1.930004 | TR |

dengan IP = Indeks Pencemaran ; SB = Status Baik ; TR = Tercemar Ringan ; TS = Tercemar Sedang ;
TB = Tercemar berat



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil pelatihan jaringan Kohonen-SOM dengan validasi DBI, kemudian dilanjutkan dengan pelatihan jaringan LVQ dengan mengambil jumlah *cluster* hasil pelatihan sebelumnya diperoleh bahwa algoritma Kohonen-SOM dan LVQ dapat mengenali pola dan mampu mencocokkan anggota kelompok titik pantau kualitas air pada setiap waktu pantau.
2. Nilai parameter yang digunakan sebagai uji coba adalah *learning rate* dan *epoch*. Untuk *learning rate*=0.000001 sebagai parameter jaringan LVQ sudah cukup baik dalam menilai kebaikan model jaringan. Untuk *learning rate* pada jaringan LVQ melalui Kohonen-SOM, diperoleh nilai *mean square error*. Artinya, dalam pelatihan jaringan LVQ melalui jaringan Kohonen-SOM kebaikan model sudah cukup baik untuk mendekati keadaan yang sesungguhnya.
3. Penentuan status mutu air Kali Surabaya menunjukkan bahwa kondisi air Kali Surabaya selama bulan Januari 2010 hingga Juni 2013, rata-rata status mutu air berada pada kategori “Tercemar Ringan” dengan nilai indeks pencemaran berada pada nilai 1.0018 mg/l-4.899 mg/l.



KESIMPULAN DAN SARAN

Saran

1. Penelitian dapat dikembangkan dengan menambah parameter zat pencemar sungai baik pada badan air Kali Surabaya ataupun pada badan air sungai yang lain.
2. Penilaian kualitas air selanjutnya dapat dikelompokkan berdasarkan kelas baku mutu air dengan memperhitungkan kondisi hidrodinamika pada badan air.



DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, P.A., Frenich, A.G., Torres, J.A., Castro, H., Vidal, J.L.M., Canton, M., (2001), “Application of the kohonen neural network in coastal water management: methodological development for the assessment and prediction of water quality”. *Water Res.* 35, 4053–4062.
- Anonim. (2001), Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Anonim. (2003), Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Fauset, L.,(1994), *Fundamental of Neural Networks*, New Jersey, Prentice Hall Inc.
- Google Earth, 2014.
- Karnaningroem, N., (2006), *Model Hidrodinamika Penyebaran Polutan Di Sungai*, Disertasi Doktor Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS, Surabaya.
- Liu, S., Lou, S., Kuang, C., Huang, W., Chen, W., Zhang, J., Zhong, G., (2011), “Water quality assessment by pollution-index method in the coastal waters of Hebei Province in western Bohai Sea, China”. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 2220–2229.



DAFTAR PUSTAKA

- Mali, K., Mitra, S., (2003), “Clustering and its validation in a symbolic framework”. *Pattern Recognit. Lett.* 24, 2367–2376. doi:10.1016/S0167-8655(03)00066-7
- Muis, S., (2006), *Teknik Jaringan Syaraf Tiruan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Olkowska, E., Kudlak, B., Tsakovski, S., Ruman, M., Simeonov, V., Polkowska, Z., (2014), “Assessment of the water quality of Kłodnica River catchment using self-organizing maps”. *Sci. Total Environ.* 476–477, 477–484.
- L. Bougrain and F. Alexandre, (1999), “Unsupervised connectionist algorithms for clustering an environmental data set: A comparison,” *Neurocomputing*, vol. 28, no. 1–3, pp. 177–189.
- K.-L. Wu and M.-S. Yang, (2006), “Alternative learning vector quantization,” *Pattern Recognit.*, vol. 39, no. 3, pp. 351–362.
- Perum Jasa Tirta I, (2014), *Data Kualitas Air Kali Surabaya*, Malang.



DAFTAR PUSTAKA

- Ribeiro, F.A.L., Rosário, F.F., Bezerra, M.C.M., Wagner, R. de C.C., Bastos, A.L.M., Melo, V.L.A., Poppi, R.J., (2014), "Evaluation of chemical composition of waters associated with petroleum production using Kohonen neural networks". *Fuel 117, Part A, 381–390*.
- Status Lingkungan Hidup Kota Surabaya (SLHD), (2012), Kota Surabaya.
- Suharjo, Bambang, (2013), *Statistika Terapan*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Sunu, P., (2001), *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*, PT Grasindo, Jakarta.
- Suripin, (2002), *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Penerbit Andi, Yogyakarta.



Terima Kasih